ISSN 1561-5359. Штучний інтелект, 2017, № 2

УДК 681.335:004.891

Т.Л. Мазурок
Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського, Україна
вул. Старопортофранківська, 26, м. Одеса, 65020

ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ ДЛЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ

T.L. Mazurok
South ukrainian national pedagogical university named after K.D. Ushynsky, Ukraine
26, Staroportofrankivska str., Odesa, 65020

EXPERT EVALUATION FOR THE FUNCTIONING OF THE COMPUTER AIDED CONTROL SYSTEM FOR TEACHING

У статті розглянуто особливості експертного оцінювання як складової частини інформаційного забезпечення автоматизованої системи управління навчанням. Запропоновано модель і методи експертного оцінювання та колективної експертизи щодо формування функцій належності щодо взаємозв'язків між навчальними елементами.

Ключові слова: автоматизована система управління навчанням, інтелектуальне управління, експертне оцінювання, функція належності, компетентність експертів, інформаційне забезпечення.

The article considers the peculiarities of expert evaluation as an integral part of the information support of computer aided control system. The model and methods of expert evaluation and collective expertise on the formation of belonging functions related to the interrelations between the teaching elements are proposed.

Keywords: computer aided control system for teaching, intellectual control, expert evaluation, function of belonging, competence of the expert, information support.

Вступ

Сучасний етап реформування професійної вищої освіти України визначається як світовими тенденціями до інтеграції, мобільності людських ресурсів, так і національними проблемами підвищення якості підготовки конкурентоспроможних спеціалістів. Тому серед основних напрямків реформи зазначено сприяння мобільності студентів; забезпечення навчання впродовж життя; сприяння Європейському співробітництву в галузі збереження якості освіти та ін. Реалізація цих завдань потребує вдосконалення навчального процесу з метою проектування навчального середовища для особистісно-орієнтованого підходу до студента та впровадження технологій навчання, які спрямовані на результати (зовнішньо-орієнтовані) та студентоорієнтовані (у центрі яких знаходиться студент).

Одним з напрямків вдосконалення процесу навчання є впровадження засобів інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ) в навчальний процес. Різні аспекти комп'ютеризації освіти висвітлені в працях Гриценка В.І., Довгяло О.М., Жалдака М.І., Козлакової Г.О., Манако А.Ф., Машбиця Ю.І., Роберт І.В. та ін.

Однак, відомі напрямки комп'ютеризації освіти ґрунтуються переважно на інформаційному підході до навчання, залишаючи за суттю «ручний» засіб управління навчанням, який не дозволяє повною мірою індивідуалізувати цей процес, що суперечить сучасним дидактичним вимогам щодо диференціації навчання.

Втім, створення умов для ефективного індивідуалізованого навчання можливе на основі розвитку кібернетичного підходу до створення систем управління навчанням. Розгляд навчання, як процесу, що управляється, є плідною ідеєю, яку

було розпочато в працях Вінера Н., Скінера Б.Ф., Паска Г. та ін., дидактично обґрунтовано в працях Тализіної Н.Ф., Беспалька В.П., Атанова Г.А. Подальше вдосконалення кібернетичного погляду на управління навчанням пов'язано із працями Растригіна Л.О., Еренштейна М.Ч., Соловова О.П., Тодорцева Ю.К. та ін. Однак, протиріччя між постійно зростаючими вимогами до вдосконалення адаптивних засобів управління об'єктами зі слабкою структурованістю і високим ступенем невизначеності та відсутністю загальної методології їх автоматизації потребує суттєвого перегляду основ теорії та практики кібернетичного підходу стосовно організаційно-технічних систем на основі застосування сучасної методології системного аналізу щодо теорії управління.

Педагогічна система є складною організаційно-технічною системою, управління якою містить, поряд із формалізованими та слабко структурованими задачами в умовах неповної інформації, ще й клас задач змішаного типу, які використовують як аналітичні, так і евристичні моделі віддання переваг. Останній клас задач характеризується випадковістю зовнішніх впливів, апріорною неповнотою інформації, невизначеністю цілей. Тому для автоматизації управління навчальними системами доцільним є використання засобів штучного інтелекту. Впровадження інтелектуальних компонентів в системи управління навчанням відображено в працях Брусіловського П., Галєєва І.Х., Довбиша А.С., Маклакова Г.Ю., Петрушіна В.О., Савельєва О.Я., Чмиря І.О., Шаронової Н.В. та ін.

Тому, враховуючи концептуальні зміни у загальній методології автоматизації систем управління, які дозволяють на основі синергетичного підходу і впровадження інтелектуальних компонент розв'язувати слабко структуровані, неформалізовані задачі, та зростання й ускладненість дидактичних вимог щодо подальшої індивідуалізації навчання, вкрай актуальним є наукове обґрунтування і вирішення науково-прикладної проблеми розробки моделей, методів та засобів інформаційного і програмного забезпечення для створення та використання автоматизованої системи управління процесом індивідуалізованого навчання (АСУ-Н).

Постановка проблеми

При розробці структурно-функціональної моделі АСУ-Н та реалізації її окремих елементів було визначено, що формування матриць взаємозв'язків, матриць міжпредметних зв'язків здійснюється на основі опитування експертів [1]. Тому от коректності і адекватності методів, що мають бути застосованими, значною мірою залежить ефективність управління навчанням. Отже, розглянемо особливості набуття та структурування знань, що отримані от експертів-викладачів.

Подальша розвиненість інтелектуалізації управління процесом навчання серед іншого передбачає неухильну потребу в експертному опитуванні як викладачів-«предметників», так і фахівців в галузі дидактики. Не зважаючи на велику кількість відомих методів набуття знань, значні досягнення інженерії знань, практика впровадження електронного навчання свідчить про те, що експертні опитування в сфері управління навчанням не займають ще належного місця. Серед цілої низки різноаспектних причин цього становища, можна визначити недостатність теоретичних, методичних, алгоритмічних і програмних засобів для педагогічного експертного опитування.

У міру становлення інтелектуального підходу, значущість експертної оцінки, вимоги до коректності отриманих результатів, потрібність у розробці методів підвищення об'єктивності експертної інформації обумовлюють **протиріччя** між

практичною потребою і недостатнім рівнем адаптації до потреб управління навчанням. Відсутність цілісної методики, адаптованої для забезпечення АСУ-Н узгодженими експертними оцінками, на практиці призводить до того, що багато питань такого складного процесу, як навчання, вирішуються з недостатнім ступенем фаховості. Поширення різних форм електронного навчання це переконливо доводить. Тобто, при практичному створенні систем, що навчають, недооцінюється значення коректного одержання та обробки експертної інформації. Тому вдосконалення АСУ-Н, як найбільш інтелектуальної частини систем, що навчають, нерозривно пов’язано із необхідністю формування адекватних методів отримання і обробки експертної інформації. Визначимо особливості експертного оцінювання для АСУ-Н, що одержані на основі аналізу функціонування АСУ-Н та теорії і практики роботи з експертною інформацією. Незважаючи на певні психологічні проблеми, визначимо наступні особливості експертного оцінювання, як інформаційного забезпечення АСУ-Н:

а) невизначеність і неповнота апріорної інформації в ранжуванні;

б) нечіткий характер міркувань експертів;

в) необхідність узгодження думок експертів – фахівців різних сторін управління навчанням (психологів, спеціалістів з дидактики, викладачів спеціальних НД та ін.), що призводить до інформаційної неоднорідності;

г) динамічний характер експертних оцінок, висока суб’єктивна залежність, що обумовлює необхідність у постійній підтримці експертної інформації в актуальному стані;

д) важкість дотримання певного балансу між абстрактними і конкретними міркуваннями експертів з прийнятною мірою впевненості;

е) специфіка задач визначає найбільш доцільними методи парних порівнянь, результати яких потребують адекватних методів агрегування;

є) відсутність єдиної шкали вимірювань та переважно відсутність саме вимірювальності наборів ознак;

ж) відсутність певних «традицій» у використанні експертних опитувань для управління навчанням.

Метою дослідження є дослідження особливостей процедур експертного оцінювання при формуванні системи інформаційного забезпечення АСУ-Н.

Модель експертного оцінювання для АСУ-Н

На основі наведених вище особливостей щодо експертного оцінювання як інформаційного забезпечення АСУ-Н, можна сформулювати основні вимоги до створення методики експертного аналізу щодо АСУ-Н:

а) вирівнювання інформаційної неоднорідності;

б) застосування апарату нечітких множин;

в) врахування кваліфікації експерта-викладача у визначенні колективної думки;

г) розвинутий, зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс;

д) широке використання лінгвістичних змінних для оцінки якісних ознак.

Формальне представлення задачі експертного оцінювання (ЗЕО) можна визначити у символьному вигляді наступного кортежу [2]:

$$\text{ÇÅÎ} = \langle A, S, R, E, C, P \rangle, \quad (1)$$

де A – множина об’єктів;

S – множина обмежень, що враховується при експертній оцінці;

R – множина принципів оптимальності;

E – множина формальних характеристик експертів;

C – множина цілей, що стоять перед дослідниками;

P – система переваг групи експертів.

Відомо, що основні процедури оцінювання педагога-експерта в його професійній діяльності складають два класи. До класу А відносять процедури експертного оцінювання, які забезпечують якість та ефективність навчального процесу, наприклад, оцінювання відповідності навчального матеріалу дисципліни навчальній програмі, новизни навчального матеріалу, співвідношення практичних видів занять із лекційним та ін.. Другий клас (В) складають процедури експертного оцінювання, які пов'язані безпосередньо із дослідженням властивостей самого навчального процесу. Цей клас складається з двох підкласів: планових (В1) та спеціальних (В2) досліджень. Сутність планових процедур полягає в оцінюванні знань, вмінь та навичок осіб, що навчаються, оцінюванні їх робіт, діяльності у ЗВО (рейтингів та ін.). Підклас спеціальних досліджень складають процедури, що спрямовані на оцінювання результативності педагогічних експериментів, результатів випробувань засобів навчання та ін.

Отже, з подібної класифікації можна визначити, що для функціонування АСУ-Н, перед усім необхідно визначити експертні процедури оцінювання класу А. Якщо конкретизувати ЗЕО для цього класу відповідно до АСУ-Н, то до них відносяться наступні:

а) визначення відношення приналежності нової інформації до предметної області навчальної дисципліни;

б) визначення відношення відповідності або невідповідності нової інформації основним положенням навчальної програми;

в) визначення відношення переваги альтернативних варіантів нової інформації з метою включення його в навчальну дисципліну;

г) визначення відношень між наявним навчальним матеріалом і новою інформацією в ієрархічні структурі навчальної дисципліни (НД), тобто визначення відношення включення або строгого прядку;

д) визначення бінарних нечітких відношень між навчальними елементами (НЕ), навчальними блоками (НБ) в межах однієї НД;

е) визначення нечітких бінарних відношень між НЕ, НБ, НД на рівні міжпредметних зв'язків;

є) визначення нечітких бінарних відношень між векторами ступенів інтеграції та системою компетенцій.

Слід зазначити, що за сутністю клас А характеризує якісні оцінювання. При визначенні цих процедур експерт використовує лінгвістичні критерії, а операції оцінювання складають визначення відношень між об'єктами оцінювання. Розглянемо змістовне наповнення цієї формальної моделі (1) для ЗЕО АСУ-Н. Множину об'єктів у даному випадку утворюють множини НЕ, вектор коефіцієнтів інтеграції, система компетенцій. Так як бінарні відношення задаються на скінченних наперед заданих множинах, то будемо використовувати матричний спосіб надання.

Як відомо, нечітким бінарним відношенням $\tilde{R}$ на двох множинах X та Y називається нечітка підмножина декартового добутку $X \times Y$. Ступінь приналежності $\mu_{\tilde{R}}(x,y)$ показує рівень виконання відношення $\tilde{R}$ між парами (x,y), де $x \in X, y \in Y, (x,y) \in X \times Y$, $\mu_{\tilde{R}}(x,y) \in [0,1]$ [3]. Надання бінарного нечіткого відношення полягає у визначенні всіх трійок $(x,y,\mu(x,y))$.

Множиною обмежень для ЗЕО АСУ-Н є кількість НД за навчальним планом, кількість НЕ, що розглядаються, ресурсні показники (час). Тому:

$$min_{NE} \leq count(NE) \leq max_{NE}, \tag{2}$$

де min_{NE}, max_{NE} – відповідно мінімальна та максимальна кількість НЕ;

$count(NE)$ – представлена для розгляду кількість НЕ.

Множина експертів утворює групу, яка, загалом, складається з k-осіб з множиною їх характеристик $E = \{E_1, \dots, E_k\}$ в межах однакових для всіх обмежень. Наприклад, як обмеження може бути кількість НЕ для розгляду, кількість терм-множин лінгвістичних змінних для оцінювання. Експертні оцінки щодо доцільності планування навчання значною мірою є наслідком педагогічного досвіду. Тому, вважаємо, що коефіцієнт компетентності експерта може бути визначений на основі формалізованих параметрів: педагогічний стаж, термін викладання певної НД, кількість методичних матеріалів з даної НД, результативність навчання та ін.

Згідно з множиною цілей $C = \{C_1, \dots, C_k\}$, що стоять перед дослідником, можна віднести ЗЕО АСУ-Н до класу встановлення відношень на множини об'єктів. За основу може бути обраним один з двох підходів. Перший заснований на статистичній обробці міркувань групи експертів. Другий метод базується на парних порівняннях, що виконуються одним експертом.

Для утворення функцій належності за першим методом кожний експерт заповнює анкету, в якій висловлює свою думку щодо наявності у елементів u_i, $i = \overline{1,n}$ властивості нечіткої множини l_j $\left(j = \overline{1,m}\right)$. Якщо позначити $b^k_{j,i}$ – думку k-го експерта щодо наявності властивості у елемента u_i властивості нечіткої множини l_j будемо вважати експертні оцінки бінарними $b^k_{j,i} \in \{0;1\}$, тоді за результатами анкетування ступінь належності нечіткій множині обчислюється наступним чином:

$$\mu_{l_j}(u_i) = \frac{1}{K} \sum_{k=\overline{1,K}} b^k_{j,i}, \ i = \overline{1,n}. \tag{3}$$

Наприклад, визначення відношення приналежності нової інформації до предметної області навчальної дисципліни можна визначити на основі такого анкетування, обробки результатів опитування декількох викладачів. Аналогічно можна використати такий же підхід для визначення відповідності нової інформації основним положенням навчальної програми та ін.

Визначимо функції належності термів НВ – «несуттєво відповідає» (можна використати тільки окремі поняття), ЧВ – «частково відповідає» (можна використати для оновлення матеріалу навчальної теми, або повністю її замінити), ВЗ – «відповідає значною мірою», які використаються для лінгвістичної оцінки змінної «відповідати». Результати опитування 5 експертів наведено в табл. 1.

У наступній таблиці (табл. 2) наведено результати обробки експертного опитування: над пунктирною лінією надано кількість голосів, що віддано за належність нечіткій множині відповідного елемента універсальної множини. Числа під пунктирною лінією вказують ступінь належності, що обчислено за формулою (3). Графіки функцій належностей показані на рис. 1.

При формуванні функції належності за другим методом для кожної пари елементів універсальної множини експерт оцінює переваги одного елемента над іншим щодо властивості нечіткої множини.

Таблиця 1. Результати опитування експертів

	Терм	[0, 0.1)	[0.1, 0.2)	[0.2, 0.3)	[0.3, 0.4)	[0.4, 0.5)	[0.5, 0.6)	[0.6, 0.7)	[0.7, 0.8)	[0.8, 0.9)	[0.9, 1]
Експерт 1	НВ	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	ЧВ	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
	ЗВ	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Експерт 2	НВ	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	ЧВ	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	ЗВ	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Експерт 3	НВ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ЧВ	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	ЗВ	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 4	НВ	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	ЧВ	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
	ЗВ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Експерт 5	НВ	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	ЧВ	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	ЗВ	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

Таблиця 2. Результати обробки експертного опитування

Терм	[0, 0.1)	[0.1, 0.2)	[0.2, 0.3)	[0.3, 0.4)	[0.4, 0.5)	[0.5, 0.6)	[0.6, 0.7)	[0.7, 0.8)	[0.8, 0.9)	[0.9, 1]
НВ	5	4	3	0	0	0	0	0	0	0
	1	0.8	0.6	0	0	0	0	0	0	0
ЧВ	0	2	4	5	3	2	0	0	0	0
	0	0.4	0.8	1	0.6	0.4	0	0	0	0
ЗВ	0	0	0	1	2	3	3	4	5	5
	0	0	0	0.2	0.4	0.6	0.6	0.8	1	1

Такі парні порівняння представляють за допомогою такої матриці:

$$A=\begin{array}{c} \\ u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_n \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} u_1 & u_2 & \dots & u_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \end{array}, \qquad (4)$$

де a_{ij} – рівень переваг елемента u_i над $u_j\,(i,j=\overline{1.n})$, що визначається за дев'ятибальною шкалою Сааті [4]. Матриця парних порівнянь є діагональною $\left(a_{ij}=1, i=\overline{1,n}\right)$ та зворотно симетричною $\left(a_{ij}=1/a_{ij}, i,j=\overline{1,n}\right)$. Тоді ступені

належності приймають рівними відповідним координатам власного вектора $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ матриці парних порівнянь A:

$$\mu(u_i) = w_i, i = \overline{1,n}. \tag{5}$$

Власний вектор знаходимо з наступної системи рівнянь:

$$\begin{cases} AW = \lambda_{max} W, \\ w_1 + w_2 + \ldots + w_n = 1, \end{cases} \tag{6}$$

де λ_{max} - максимальне власне значення матриці A.

Такий метод доцільно використати для формування лінгвістичної оцінки змінної «ступінь інтеграції», де дидактично важливими є три рівня: епізодичне використання міжпредметних зв'язків, система МПЗ, інтегративний курс. Ступінь інтеграції навчального матеріалу між двома НД визначається наступним чином:

$$S_{int} = \frac{\sum_{i=1}^{nb} \left(\sum_{j=1}^{ne_i} ne_{i,j}^s / ne_{i,j} \right)}{nb}, \tag{7}$$

де $i = \overline{1,nb}$ – номер НБ, $j = \overline{1,ne_i}$ – номер НЕ в i-му блоці;

ne_j^s – кількість НЕ, які мають МПЗ;

ne_j – загальна кількість НЕ в блоці;

nb – загальна кількість НБ.

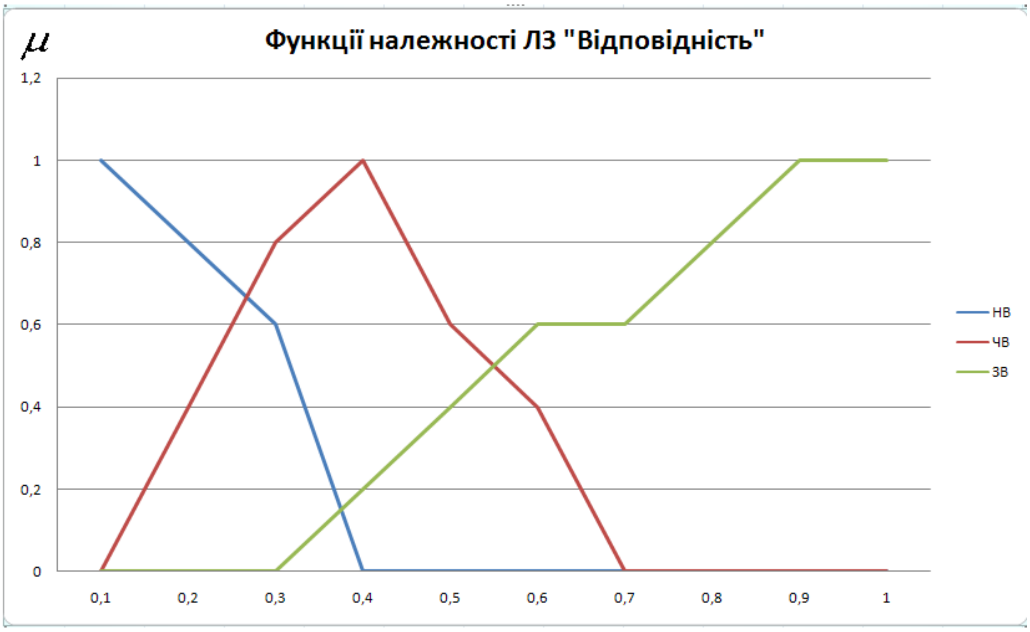


Рис. 1. Графік функцій належностей термів ЛЗ «Відповідність»

Однак, за отриманим значенням визначити відповідну ситуації інтегративності навчання можливо тільки на основі міркувань експертів. Тому сформуємо функцію належності для терму «інтегративний курс» нечіткої множини «інтегративний зв'язок» на універсальній множині $\{0, 0.1, 0.2, \dots, 1\}$. З опитування викладачів-експертів відомі наступні результати парних порівнянь за шкалою Сааті:

- відсутність переваги 1 над 0.9;
- суттєва перевага 1 над 0.7;
- абсолютна перевага 1 над 0.6;
- майже суттєва перевага 0.9 над 0.7; та ін.

Парні порівняння, що отримані від експертів, представимо наступною матрицею:

$$A=\begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/6 & 1/8 & 1/9 \\ 5 & 1 & 1/4 & 1/4 & 1/5 \\ 6 & 4 & 1 & 1/3 & 1/3 \\ 8 & 4 & 3 & 1 & 1 \\ 9 & 5 & 3 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Власні значення матриці парних порівнянь обчислено в системі Matlab. Отже, $\lambda_{\max} = 5.2691$. Ступені належності, що знайдені за формулами (5), (6), наведено у таблиці 3.

Таблиця 3. Функції належності НМ «інтегративний курс»

u_i	0.6	0.7	0.8	0.9	1
$\mu_{\text{"інтегр.курс"}}(u_i)$ для субнормальної нечіткої множини	0.0563	0.1541	0.3263	0.6380	0.6779
$\mu_{\text{"інтегр.курс"}}(u_i)$ для нормальної нечіткої множини	0.0831	0.2279	0.4813	0.9411	1

Нечітка множина виявилась субнормальною. Для її нормалізації необхідно розділити всі ступені належності на максимальне значення, тобто на 0.6779. Графіки функцій належності НМ «інтегративний курс» наведено на рис. 2.

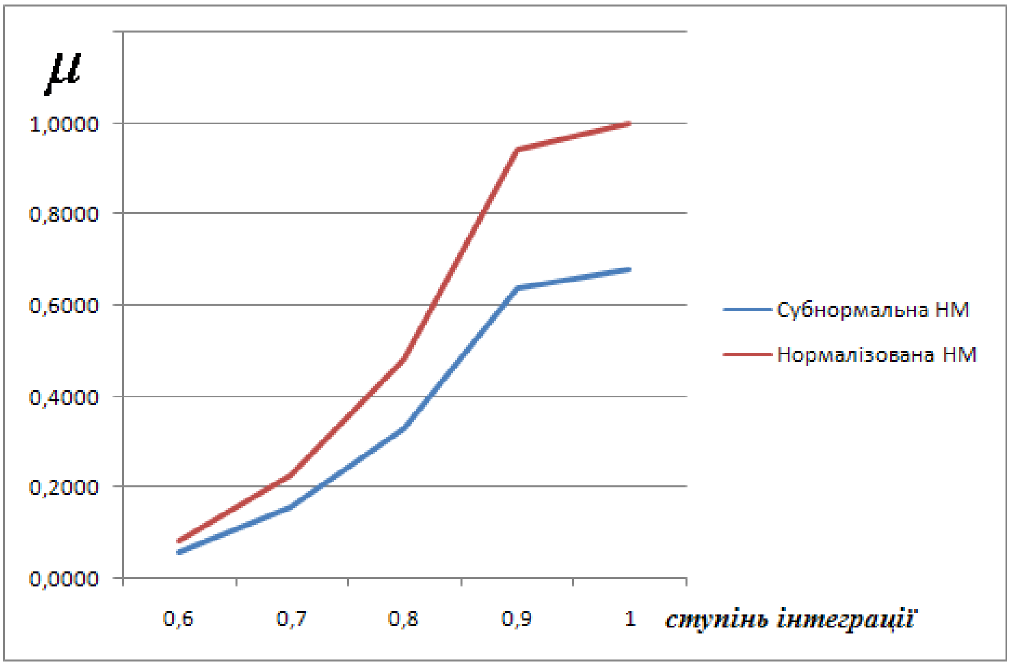


Рис. 2. Функції належності НМ «інтегративний курс»

Для утворення послідовностей вивчення певних навчальних об’єктів (НД, НБ, НЕ) доцільно застосувати методи і алгоритми нестрогого ранжування об’єктів для НД (т. я. декілька НД можуть вивчатись одночасно – упродовж деякого терміну (наприклад, семестру)), строгого ранжування – для НБ та НЕ. Для підвищення об’єктивності ранжування об’єктів, ця процедура здійснюється групою експертів і, в цьому випадку, виникає задача узгодження суджень експертів чи знаходження колективного ранжування об’єктів.

До складу експертної групи часто входять спеціалісти різних напрямків, що забезпечує можливість різнобічного аналізу об’єктів. Колективне судження експертів вважається більш обґрунтованим, ніж індивідуальне. Так, в навчанні, до експертної групи можуть входити викладачі з різними кваліфікаційними характеристиками або різної спеціалізації. Тому, водночас з об’єктивізацією колективних суджень, необхідно застосовувати процедури узгодження.

У формальному вигляді задача має наступну постановку. Нехай k-експерти з множиною індексів $i \in K = \{1, \ldots, k\}$ задають свої переваги на множині об’єктів A у вигляді бінарних відношень. Бінарне відношення R на скінченній множині $Q = \{q_1, q_2, \ldots, q_m\}$ – це підмножина декартового квадрата $Q^2 = \{(q_l, q_n), l, n = 1, 2, \ldots, m\}$. При цьому, пара (q_l, q_n) входить до R тоді й тільки тоді, коли між q_l і q_n має місце вказане відношення. Кожне ранжування, як і будь-яке бінарне відношення, можна задати матрицею з 0 та 1 порядку $m \times m$, елементи якої задаються як:

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ÿêùî} \;\; q_i R q_j, \\ 0, \text{ÿêùî} \;\; q_i \overline{R} q_j. \end{cases} \tag{9}$$

Бінарними відношеннями, що є актуальними для управління навчанням, є відношення строгого та нестрогого порядку, відношення еквівалентності, толерантності. Для завдання таблиці $\|r_{ij}\|$ експертові необхідно порівняти кожний об’єкт з кожним, тобто здійснити $m(m-1)/2$ порівнянь на множині об’єктів A.

На множині ранжувань або відповідних їм матриць парних порівнянь вводяться поняття міри їх близькості. Для вимірювання відстаней застосуються різні метрики [2]. Для визначення кількості елементів, що не співпадають, у матрицях $\|a(i,j)\|$ та $\|b(i,j)\|$ найбільш доцільним є використання метрики Кемені [2].

Метрикою Кемені між бінарними відношеннями $R1$ та $R2$, що описуються матрицями $\|r1(i,j)\|$ та $\|r2(i,j)\|$ відповідно, називається число, що визначається за наступною формулою:

$$D(R1, R2) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{m} |r1(i,j) - r2(i,j)|. \tag{10}$$

Таким чином, метрика Кемені між бінарними відношеннями визначається як сума модулів різниць елементів, що знаходяться на однакових місцях у відповідних матрицях. Отже, метрика Кемені визначає кількість елементів у матрицях $\|r1(i,j)\|$ та $\|r2(i,j)\|$, що не співпадають. За допомогою метрики Кемені можна знайти підсумковий розсуд комісії експертів.

Якщо $A_1, A_2, \ldots, A_k$ – відповіді k експертів, що визначені у вигляді бінарних відношень, то для отримання результуючого ранжування використовують так звану медіану Кемені, обчислення якої має вигляд:

$$M_K \in Arg\ min \sum D(A_i, A). \quad (11)$$

В узагальненій постановці задаються або визначаються $\rho_i, i \in K$, нормовані коефіцієнти компетентності експертів $\sum_{i \in K} \rho_i = 1,\ \rho_i > 0$. Тоді:

$$R_K \in Arg\ min \sum_{i \in K} \rho_i D(A_i, A) \quad (12)$$

Зазначимо, що отримано підхід до експертного оцінювання і обробки колективних суджень, який ґрунтується на особливостях задачі, що пов’язано із навчанням. Отже, в основі опитування лежить використання матриць попарних порівнянь, що містять бінарні відношення впорядкування. Для забезпечення всебічного розгляду надаються для заповнення матриці декільком експертам з відповідними коефіцієнтами компетентності. Підсумки оцінювання виконуються на основі метрики Кемені, що забезпечує «усереднення» розсудів експертів щодо впорядкування. Отже, розглянуто основні особливості експертного оцінювання, як одного з засобів отримання інформації для АСУ-Н.

Висновки

Досліджено особливості задач експертного оцінювання для АСУ-Н, сформовано вимоги до створення методики експертного аналізу. Конкретизовано загальну модель експертного оцінювання. Доведено доцільність формування нечітких множин на основі міркувань групи експертів у вигляді матриць парних порівнянь. Показано ефективність використання метрики Кемені для формування функції належності на основі опитування групи експертів за шкалою Сааті. Застосування запропонованого підходу дозволяє врахувати міркування експертів-викладачів в автоматизованій процедурі формування індивідуальної послідовності НЕ щодо доцільності міжпредметних зв’язків.

Література

1. Мазурок Т.Л. Інтелектуальна технологія реалізації синергетичної моделі управління індивідуалізованим навчанням // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, №6(195), ч.1, 2013, С. 28-35.
2. Гнатієнко Г.М. Експертні технології прийняття рішень: Монографія / Г.М. Гнатієнко, В.Є. Снитюк. – К.: ТОВ «Маклаут», 2008. – 444 с.
3. Штовба С.Д. Проектирование нечётких систем средствами Matlab / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
4. Саати Т.Л. Взаимодействие в иерархических системах / Т.Л. Саати //Техническая кибернетика. – 1979. - №1. – С.68-84.

Literatura

1. Mazurok T.L. Intelektual'na tekhnolohiya realizatsiyi synerhetychnoyi modeli upravlinnya indyvidualizovanym navchannyam // Visnyk Skhidnoukrayins'koho natsional'noho universytetu im. V. Dalya, №6(195), ch.1, 2013, S. 28-35.
2. Hnatiyenko H.M. Ekspertni tekhnolohiyi pryynyattya rishen': Monohrafiya / H.M. Hnatiyenko, V.Ye. Snytyuk. – K.: TOV «Maklaut», 2008. – 444 s.
3. Shtovba S.D. Proektyrovanye nechëtkykh system sredstvamy Matlab / S.D. Shtovba. – M.: Horyachaya lynyya – Telekom, 2007. – 288 s.
4. Caaty T.L. Vzaymodeystvye v yerarkhycheskykh systemakh / T.L. Saaty //Tekhnycheskaya kybernetyka. – 1979. - №1. – S.68-84.

RESUME

T.L. Mazurok

Expert evaluation for the functioning of the computer aided control system for teaching

In developing the structural-functional model of the control system for teaching and realization of its individual elements, it was determined that the formation of matrices of interrelations, matrices of interpersonal relations is carried out on the basis of a survey of experts. Therefore, the effectiveness of teaching control depends to a large extent on the correctness and adequacy of the methods. Based on the peculiarities of expert evaluation for the control system of education, the main requirements are formulated, the model of expert evaluation is constructed and specified. The peculiarities of the implementation of two methods are considered - on the basis of the statistical processing of the opinions of the expert group and the method based on a pair comparison by one expert.

The results of expert opinions on the correspondence of the content of electronic content to the study program of subject are given, and a graph of the functions of belonging to the linguistic variable "correspondence" is given.

For the implementation of intersubject learning, the procedure for constructing the function of belonging to an infinite set "integrative course" based on a pair comparison is described.

The obtained results allow to form expert assessment procedures, as an integral part of the information support of the system of automated management of individualized learning, taking into account integrative tendencies.

Надійшла до редакції 05.10.2017